

国鉄 構造物設計事務所 正会員 ○伊藤 昭夫
 国鉄 外 務 部 正会員 篠田 亮
 国鉄 構造物設計事務所 正会員 谷口 紀久

1. ま え が き

衝撃は、列車の走行載荷によって桁に生じる動的効果を表わすもので、鉄道橋の設計上基本的事項である。現行の在来線の設計活荷重は、線路等級ごとにKS-16またはKB-14が規定されている。このKB荷重は、蒸気機関車を想定したものであり、実走行車両に比べ過大な傾向にあり、特に電車列車ではこの傾向は著しい。このため、在来線の電車線構造物の合理的設計のためには、新幹線の設計活荷重のように、実荷重に近い荷重体系が求められる。一般に電車列車のように、軸重軸距が規則的にくり返す場合、衝撃は大きな値を示す傾向にあることが知られており、より実荷重に近い設計活荷重を定めるには、この衝撃について十分に調査しておく必要がある。

ここでは、このような目的のため行なわれた白新線阿賀野川橋梁での電車走行試験によって得られた桁の減衰定数、固有振動数および衝撃係数について報告するものである。

2. 試 験 概 要

走行試験を行なった橋梁は、図-1、表-1に示す複線下路トラス橋2橋である。

測定項目は、2橋とも歪(下弦材4点、斜材8点、縦桁4点、横桁2点)およびたわみ(中央格点2点)で、20、40、60、80、95km/hの各速度で測定した。

試験用車両は、165系電車(10両編成)を用いた。

3. 試 験 結 果

3-1 減 衰 定 数

桁の減衰定数(α)は、歪およびたわみの残留自由振動波形から、対数減衰率を用いて算出した。その値は、バラスト軌道のものが $\alpha=0.03$ 、鋼直結軌道で $\alpha=0.02$ であり、過去に測定された橋梁と同程度であった。

3-2 固 有 振 動 数

桁の非荷荷時固有振動数(f_0)は、主構下弦材の歪およびたわみの残留自由振動波形から、フーリエスペクトル解析により求めた。その値は、バラスト軌道の桁で $f_0=2.7\text{Hz}$ 、鋼直結軌道で $f_0=3.8\text{Hz}$ であり、死荷重の大きいバラスト軌道の桁が小さい値となっている。また、 f_0 は死荷重によるたわみ量 $d(\text{cm})$ から $f_0=\sqrt{31.5/d}$ により推定できるが、これにより計算すると、バラスト軌道の桁では $f_0=2.4\text{Hz}$ 、鋼直結軌道では $f_0=3.6\text{Hz}$ 程度となり、いずれも測定値の方が若干大きな値となっている。こ

図-1 阿賀野川B測定概要

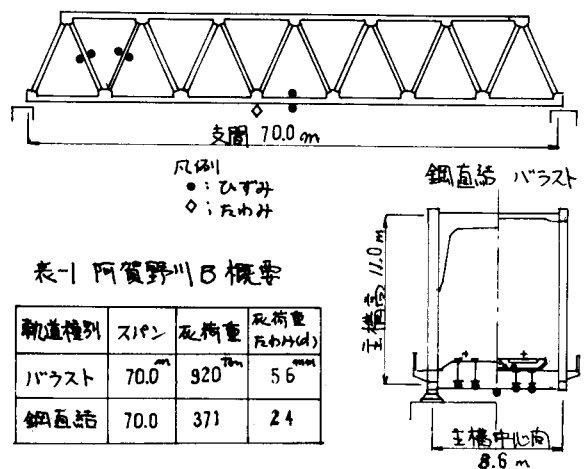
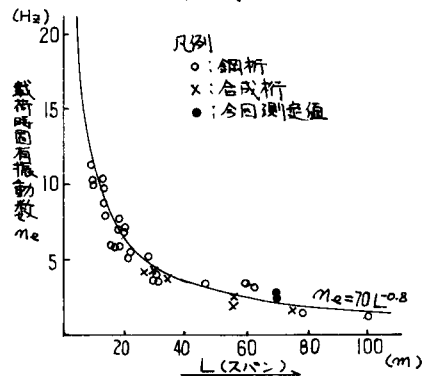


表-1 阿賀野川B概要

軌道種別	スパン	死荷重	死荷重 凡例(単位)
バラスト	70.0 ^m	920 ^{kg}	56 ^{mm}
鋼直結	70.0	371	24

図-2 桁の載荷固有振動数



これは橋側歩道等の影響により実橋での剛性が設計の剛性より大きいためと思われる。

桁の動的応答には載荷時の固有振動数(η_e)が関わってくるが、今回の試験によって得られた値および過去に測定された鋼桁と合成桁の値をプロットすると図-2に示した通りであり、 $\eta_e = 7.0 \text{ L}^{-0.28}$ が近似され、今回測定した値はほぼこれと同値となっている。なお、載荷時固有振動数 η_e は次により計算した。

$$\eta_e = \eta_0 \sqrt{\frac{W}{W + 2P_e}} \quad \begin{array}{l} \eta_e: \text{載荷時固有振動数 (Hz)} \quad W: \text{桁の死荷重 (ton)} \\ \eta_0: \text{非載荷時固有振動数 (Hz)} \quad P_e: \text{列車相当値 (今回の試験列車では 6.7 ton)} \end{array}$$

3-3 衝撃係数

正味のはたけの実測波形から衝撃係数を求めた。

この結果、各測点での衝撃係数の最大値は表-2に示す通りであり、軌道種別に有意な差は見られなかった。

図-3は、今回測定された下野校での歪みおよびはたけの実測値、走行車両に与った集中荷重列モデルによる計算値を速度毎に示したものである。実測値は計算値より大きい値を示しているが、これは車輪フラットや軌道狂い等による影響と思われる。また、同図には、設計標準に規定する衝撃係数の基本式 $\lambda = 2\alpha + 10/(65 + L)$ を示しているが、設計では低速走行域において同式により衝撃係数の低減を考慮しており、実測値は同式に対して安全なものである。

表-2 測定位置別衝撃係数

	L	バラスト	鋼直結
下弦材(ウツサ)	70	0.14	0.06
斜材(・)	52.5	0.19	0.05
上弦材(・)	10	0.07	0.09
たわみ	70	0.07	0.19

図-3 阿賀野川B 衝撃係数
(下弦材、ウツサ、たわみ)

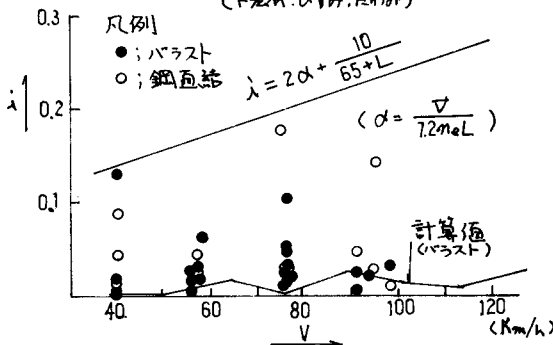
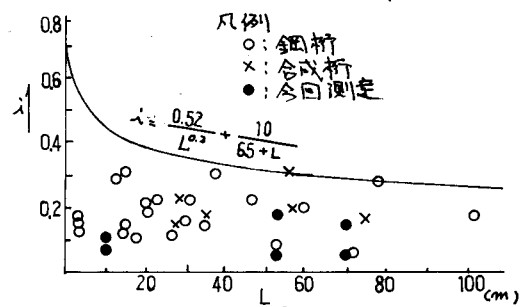


図-4 実測値と設計衝撃係数



4. あ と が き

今回測定した橋梁では、減衰定数、桁の固有振動数は過去に測定されたものと同程度であった。また、設計標準に規定する衝撃係数は、蒸気機関車が走行しなくなり電車列車が少なくなったこと、走行速度が向上する傾向にあることなどの理由により速度パラメータ α を基として、58年4月に改訂されたが、今回測定した値はこれに対して安全なものであった。

今回の試験だけでは、データ数が少なく、電車線構造物の設計活荷重を定めるには、他の構造形式、入パン毎の試験が必要と考えられる。

本試験を行なうにあたって、松浦章夫博士(鉄道技術研究所)、新潟鉄道管理局の皆様にご指導、ご協力をいただいたことを付記する。

(参考文献)

松浦章夫:「高速鉄道における橋桁の動的応答に関する研究」 鉄道技術研究報告 NO.1074. 1978.3
出原守、伊藤昭夫:「合成桁の衝撃係数」 構造物設計資料 NO.71 1982-9